

# 情報教育における学習支援ツールの 提供・提案状況に関する現状調査

長瀧 寛之<sup>1,a)</sup> 白井 詩沙香<sup>2,b)</sup>

**概要:** 著者らは現在、情報教育における学習効果の向上をねらった学習支援ツール群の構築・体系化に取り組んでいる。一口に学習支援ツールといっても、学習トピックごとに既に広く活用されているものから研究レベルで提案されている段階のものまで多種多様であり、現状どのような学習トピックで十分支援ツールが整っており、どのトピックで不足しているかなどの情報をまとめることは有用であると考えた。今回はツール群の体系化に向けての予備調査として、コンピュータ教育研究会を中心とした過去数年間の情報教育の学習支援ツールに関する研究会予稿や論文から、過去に提案あるいは言及されてきたツール群を抽出し分類・整理を行い、これを情報教育で一般的に扱われる学習トピックと照らし合わせることで、現在の情報教育に不足あるいは必要とされる学習支援ツールの存在を明らかにしようと試みた。今回はその試みと結果について報告する。

## 1. はじめに

著者らはこれまで、情報リテラシー科目にて反転学習のアプローチを取り入れた授業の実践を行ってきた [1], [2], [3]. 事前に講義ビデオを視聴することで情報リテラシーや情報科学の概念的な知識を吸収し、授業内ではその知識の定着を狙った学習活動を行うという形式である。講義形式だけでは具体的に掴みにくい情報科学の概念を効果的に身に付けられるよう、授業内の学習活動では体験的な実習を行う形を積極的に取り入れることを目指し、その学習活動を支援する様々な小規模の Web アプリケーションを開発し、授業に適用している。この実践をもとに、現在著者らは情報科学の基本的な理解を支援するツール群を網羅的に充実させ、一般情報教育における体験的な学習活動を実現する授業手法の構築を目指している。

さて、著者らがこれまで開発してきたツール以外にも、情報科学の概念を学ぶことを指向した学習支援ツールは、これまで様々な場面で提案や実装、また実際の学習・教育活動において導入・実践が行われてきた。研究や教育現場の実践を通して作られたこういったツールは、広く公開してさらに多くの教育場で活用されることで、成果の共有と教材としてのさらなる改善が進むことが期待できる。

特に初等中等教育における情報教育は、他の学習科目と教科と比べて導入からの歴史が浅いこともあり、教育ノウハウの蓄積が十分でなく、“何をどこまで、どう学ばせれば良いかがわからない”という現場の苦心が伝えられることが多い。学習効果が検証されている情報教育手法やそれを支援するツールは、積極的に周知普及を図ることが重要と考える。

本発表を行う情報処理学会 コンピュータと教育研究会 (以下 CE 研) では、設立当初から情報教育を主な研究課題の一つと位置づけており、これまでも様々な情報教育の知見の蓄積が行われてきたはずである。一方で、そういった知見、特に情報教育における学習活動を支援するツール類に関する情報が、どこまで活用可能な形で広く情報共有されているか、という点では不明な部分も多いと考える。CE 研でこれまで共有された情報教育の知見についても、継続的に研究発表会に参加してきた者であれば常識的に共有されている情報が、研究会の外部には十分共有されていないのではないかと懸念がある。情報教育の現場で授業計画を行っている全国の教員にとって、各学習トピックに対して入手可能な形で存在する学習支援ツールがあるか、あるいは自作するとしても容易に教材作成が可能なヒントとなる知見がまとまった形で得られるかどうかは、情報教育の充実、ひいては情報教育の重要性を社会に認識させるにあたって大きく影響すると思われる。

そこで、情報教育の学習支援という観点での学習支援ツール開発に関する研究や実践報告を調べ、現在情報教育

<sup>1</sup> 大阪電気通信大学  
Osaka Electro-Communication University

<sup>2</sup> 大阪大学  
Osaka University

a) nagataki@osakac.ac.jp

b) shirai@ime.cmc.osaka-u.ac.jp

表 1 CE 研の調査対象予稿の発表件数

年	回 (月/日)	件数	(年合計)
2017	138 (2/11-12)	19	
	139 (3/11-12)	24	
	140 (7/8)	10	
	141 (11/3-4)	13	
	142 (12/8-10)	31	(97)
2018	143 (2/17-18)	26	
	144 (3/17-18)	30	
	145 (6/9)	13	
	146 (10/20-21)	10	
	147 (12/1-2)	17	(96)
2019	148 (2/16-17)	15	
	149 (3/2-3)	20	
	150 (6/8)	9	
	151 (10/5-6)	13	
	152 (11/15-17)	25	(82)

表 2 GEBOK2017.1 のエリア一覧 (参考)

略称	エリア
GE-GUI	科目ガイダンス
GE-ICO	情報とコミュニケーション
GE-DIG	情報のデジタル化
GE-CEO	コンピューティングの要素と構成
GE-ALP	アルゴリズムとプログラミング
GE-SIM	モデル化とシミュレーション
GE-DMO	データベースとデータモデリング
GE-AID	人工知能 (AI) とデータ科学
GE-INW	情報ネットワーク
GE-INS	社会と情報システム
GE-ISE	情報セキュリティ
GE-IET	情報倫理
GE-AIL	アカデミック ICT リテラシー

の研究として主にどういった学習トピックが注目され、逆にどのトピックが注目されていないか、つまり学習支援ツール群として不足しているものがどういう範囲で存在するかを明らかにすることを試みることにした。今回はその端緒として、CE 研の近年の予稿の内容を調査することで、近年の情報教育研究の興味の傾向や、提案された学習支援ツールの入手のしやすさについて確認するとともに、教育に活用可能な知見として共有するために必要となる情報の要件を明らかにすることを目指した。

## 2. 調査の概要

今回は、CE 研で年 5 回開催されている研究発表会で行われた発表について、2017 年から 2019 年の予稿から内容を調査することとした。対象となる発表の件数は表 1 のとおりである。CE 研では、コンピュータ × 教育に関係するあらゆる研究や実践が対象となるため、情報以外の学習を支援する研究発表も多数行われている。今回は調査対象の予稿について、情報教育を対象とするものをピックアップした上で、(1) 何らかの学習活動を支援する目的のツールが提案されているか、(2) 学習する内容として何をターゲットにしているか、(3) ツールは主にどのような形態で提供・利用されるか、(4) 予稿の段階でツールがどこまで実現しているか (設計, 実装, 評価実験, 実授業での実践評価など)、(5) 公開・入手可能であるか (無償・有償かわらず)、などの観点で分類を試みる。

さらに、学習支援ツールの対象とする学習トピックについて、カリキュラム標準 J17 の一般情報処理教育 (J17-GE)[4] の知識体系 (GEBOK2017.1) で示すエリア (表 2) との対応関係を確認することで、どの範囲をどの程度カバーできているかを確認することとした。

CE 研では、定期的に他研究会と合同開催する研究発表会もあり (2017 年 142 回は CLE 研究会共催+IEICE-SITE

研究会連催, 2019 年 152 回は CLE 研究会共催), その回の予稿には他研究会が扱うテーマがメインの発表も含まれている。ただし他研究会でも情報教育に関連する発表が行われることもあることから、今回の集計においては特に区別していない。また、2020 年度から必修となる小学校プログラミング教育のように、「情報教育以外の場面での学習活動に、情報教育に関連する活動が含まれる」ケースなど、純粋に情報が学習トピックであるとは分類しにくいケースもある。その場合、例えば文献 [5] のように学習活動が主としてプログラミングを目的としている発表は、情報教育の研究発表として分類している。

なお、研究発表として新規に提案される学習支援ツールは、調査時点で名称が不明であるか明確な名称がついていないこと、また予稿のタイトルや概要、キーワードだけではどういったツールが提案されているか、実際そのツールが公開されているかといった情報を自動的に抽出することは困難であるため、予稿の内容を目視確認して教材・ツールに関連する提案や言及を探し情報を抽出するという方法を取った。著者らが手作業で行っているため、今回の調査結果は若干の数値の揺れや誤りが発生してしまう可能性が多分に存在するが、今回は全体的な傾向を把握することで、正確性や有用性の問題も含めて、“情報教育を指向した教材の体系化にあたっての留意点・問題点”として考察することにする。

## 3. 調査結果

以下、調査結果をもとにいくつかのトピックに分けて分析した結果を示す。

### 情報教育の発表件数

全体の発表のうち、情報教育に関する発表とそれ以外 (情報以外の学習トピック・授業をターゲットとしたもの) の発表件数は、各年とも全体のおおよそ半分ずつという結果であった (表 3)。情報教育以外では、英語教育 (10 件) や算数・数学教育 (6 件) をターゲットとした発表が比較的多い

表 3 発表件数内訳 (情報教育-それ以外)

年	情報教育	それ以外	合計
2017	55	42	97
2018	46	50	96
2019	42	41	83

表 4 対象校種 (情報教育)

	2017	2018	2019
初等中等教育	16	26	21
高等教育	26	14	9
初中等・高等教育	4	1	3
社会人	1		1
その他	4	5	8

表 5 発表件数内訳 (対象学習トピック/情報教育)

	2017	2018	2019	合計
プログラミング (Pr)	27	23	20	70
それ以外 (Ot)	24	23	22	69

表 6 発表件数内訳 (対象学習トピック/情報教育, 校種別)

	2017		2018		2019	
	Pr	Ot	Pr	Ot	Pr	Ot
初等中等教育	10	6	16	10	10	11
高等教育	10	16	3	11	3	6
両方	3	1	1	0	2	1
社会人教育	0	1	0	0	0	1
その他	4	0	3	2	5	3

傾向があったが、情報教育の発表件数と比べると少ない。

#### 情報教育の学習対象

表 3 で情報教育に分類された発表について、発表内容が対象とする校種別に分類したところ、表 4 のようになった。論文に、対象者が明記されていない場合は、「その他」に分類している。

また、具体的にフォーカスしている学習トピックで分類したところ、どの年度もプログラミングを対象した発表が半数を占める結果となった (表 5)。校種別で見ると (表 6)、初等中等教育のプログラミング教育を対象としたものが大勢を占めている。高等教育は、年度によってプログラミング教育とそれ以外の教育を対象としたものとの発表数がまちまちであった。

さらに、学習支援ツールの提案・開発が主テーマかどうかで分類した結果は、表 7 の通りとなった。2018 年のプログラミング教育を対象とした研究では、新しいプログラミング環境や学習支援ツールの提案がメインの発表が多い。一方プログラミング以外の情報教育を対象とした研究では、特に 2019 年は既に発表、もしくは公開あるいは市販されているツールの活用を主眼とした実践評価が、新しいツールの提案に比べて多くなっている。

#### ツールの提供形態

発表内で言及されている情報教育の学習支援ツールについて、電子ツールに限定して教材の種類を分類した結果を、

表 7 発表件数内訳 (対象学習トピック/情報教育)

		Pr	Ot	合計
2017	ツール提案	6	6	12
	その他	21	18	39
2018	ツール提案	12	9	21
	その他	7	14	21
2019	ツール提案	13	3	16
	その他	8	19	27

表 8 情報教育対象電子ツールの種類別内訳

ツール種類	件数
PC アプリ	10
Web アプリ	28
Java アプリ	4
スマホアプリ	5
Flash アプリ	4
ハードウェア	2
複合型	4
不明	8
合計	70

表 8 に示す。教育現場での実践を考えると、PC やスマホなど機種の違いによる依存に左右されにくい環境が好まれるという点で、Web アプリの数が多いのは必然的な傾向であると言える。Java アプリを選択している発表でも、その理由が“OS に依存せず動作する”ことであると言及している。

なお、同じ予稿内で複数のツールが紹介されているケース [6] や、逆に同じツールが複数の予稿で紹介されているケース (Scratch[11] は 10 件以上で参照されている) もあるが、ここでは 1 ツール 1 件でカウントしている。また、元々学習活動での利用を指向して設計されていないコンピュータの標準機能を情報教育に活用する事例もあった (例えば文献 [7] は、iOS のアラームやカレンダーなどを情報リテラシー教育の一環として活用している) が、本集計では学習支援を指向したツールに絞ることにし、それ以外は表 8 の集計結果からは省いている。

#### 学習支援ツールの開発・公開状況

表 8 に挙げたツールの公開状況について確認したところ、表 9 の通りとなった。教育支援という研究の性質上、実際の教育現場で利用できる状態まで実装するという事例が多いが、そこで止まっている研究が多い。なおここで公開されているツールの件数が最も多いが、この個数には Scratch など、既存の学習支援ツールも含まれている。

ツールの提案がメインの CE 研究発表において、同様に学習支援ツールの開発の進捗状況を集計したところ、表 10 の通りとなった。研究として新しい教材・ツールの提案として発表されたもののうち、実授業での実践で有効性を確認しながら、ツールの公開までには至っていない発表が数多く存在することを意味する。

表 9 学習支援ツールの開発状況

実現状況	ツール数
提案・設計	4
実装	13
評価実験	3
実運用評価	18
公開	29
市販	3

表 10 新規提案学習支援ツールの実現状況

実現状況	件数
提案・設計	3
実装	11
評価実験	3
実運用評価	20
公開	10
市販	1

表 11 公開されている情報教育電子ツールの対象学習トピック

学習トピック	件数	GE-BOK
情報倫理	1	GE-IET
Excel	2	GE-AIL
Web プログラミング	3	GE-INW
web ページ作成	1	GE-INW
データサイエンス	1	(GE-SIM)
プログラミング	43	GE-ALP
アルゴリズム	3	GE-ALP
暗号化	1	GE-ISE
計測・制御	3	(GE-AID)
情報システム	2	GE-INS
情報の単位 (bit)	6	GE-DIG
デジタル回路	1	GE-CEO
ネットワーク	1	GE-INW
データベース	3	GE-DMO

### 公開ツールの学習トピック

調査対象の予稿内に現れた、公開されている情報教育の電子ツールについて、対象とする学習トピックをまとめると、表 11 の通りとなった。プログラミングを対象としたツールが圧倒的に多い結果となった。

各学習トピックについて、カリキュラム標準 J17 一般情報教育の知識体系 (GEBOK2017.1) の対応するエリア名についても、表 11 に列挙する。ただし GE-BOK は一般情報教育が対象であるため、ツールの学習トピックが必ずしも GEBOK で指す学習内容と合致しない場合は、類似エリアを挙げた上で括弧書きで示している。GEBOK で対応づけられなかったエリアは、科目ガイダンス (GE-GUI) を除けば情報とコミュニケーション (GE-ICO) のみであった。

### 3.1 考察

情報教育の実践においては、研究ありきの活動でない限り、学習・教育活動に必要な学習支援ツールを全て教員が新規に開発するよりも、既存の教材から有効活用できるも

のを適宜授業に導入するというのが現実的である。一方、そういった学習活動を効果的に行える新たな教材やその活用手法を提案するという点に、情報教育研究の大きな意義があると考えられる。

その視点から近年の発表状況を調査した結果、近年の情報教育の研究対象がプログラミング教育に大きく偏っている状況が見える。この傾向の大きな要因の一つには、学習指導要領の改訂によって、初等中等教育で一気にプログラミング教育が本格化することとなった点が挙げられる。今回調査した文献でも、特に初等中等教育を対象とした研究の多くでこの学習指導要領の改訂に言及していることから、その影響がうかがえる。情報教育の機運が高まっているこの時期にプログラミング教育の本質が歪められないよう、本来の目的にかなう適切な教材や授業手法を提案することは、情報教育の研究において大変重要であり、それゆえここ数年においてプログラミング教育を対象とした研究が多く現れること自体は健全な状況であると言える。

一方で、情報教育はプログラミングだけが学習トピックの全てではない。にもかかわらず、それ以外の学習トピックに対する注目がプログラミングに比べて非常に少ない点は懸念材料ではないかと考える。既存のツール類で既に有用な学習活動が行えるので新たにツールを提案する魅力があまりない、との見方もできる (計測・制御の学習に関する研究発表で、micro:bit[14]、IchigoJam[15]、LEGO Mindstorms[16] など市販のマイコンボードを活用するものが多く見られる) が、それはプログラミング教育においても同様で、Scratch を活用した授業実践研究が 10 以上ある他、ドリトル [12] や PEN[13] など以前から CE 研でも積極的に情報発信されており、かつ自由に利用可能な状態で公開されているツールも多く存在する。にもかかわらず、プログラミングに関しては様々な角度から新しい学習支援ツールの提案が数多く行われており、それに比べるとプログラミング以外の学習トピックは“コンピュータ活用教育の研究対象としてあまり注目されていない”状況と言える。

また、学習支援ツールを作成し、評価実験や授業実践でその効果を確認しながらも、作成したツールが公開に至っていないケースも少なからず確認された。もちろん情報教育の研究活動においては、必ずしも実運用できる成果物の提供が求められるわけではなく、どのような学習活動にどのようなコンピュータ活用のアプローチが有効か、またそのようなツールの開発において発生する技術的問題をどのように解決すれば良いか、などの点を明らかにすることも重要な研究成果である。

しかし一方で、電子ツールの開発は簡単に行えるものではないため、実際の教育現場において求められているのは、研究を通して有用性が確認されたツールを“利用可能”であることではないかと思われる。教材作成のアイデアが充実していても、実際の教材開発を個々の教員が負担すると

いうのでは、現実的には普及が困難であろうと考える。そのことから、一定の学習効果が確認できたツールであれば、例え研究成果としては不完全であっても積極的に公開することによって、現実の教育現場でその効果の恩恵を広く活用できるだけでなく、実物に触れることで教員自身が新たに教材を開発する際のヒントや足掛かりになることが期待できる。

今回の調査でまとめた情報は、前述の通り手動で確認したものであるため、大まかな傾向はともかく数字の正確性には欠ける可能性があるが、それらの問題点を指摘いただくことや情報を適宜追加修正する目的も含めて、まとめた情報は後ほどオンラインで公開予定である。なお本来今回調査したような情報は、個人が行うよりも研究会の Web サイトからの情報発信としてまとめていくのが、より有効活用される可能性が高いと思われる。またその場合、他者が予稿を読んで判断するよりも、研究発表を行う本人から直接報告をもらうのが、情報の漏れも少なく正確性がより上がるのが期待できる。教育をテーマにした研究を扱う研究会であれば、発表の際に情報共有のための情報提供を適宜求めていくという体制を設けても良いのではないかと考える。

#### 4. おわりに

今回は過去 3 年の CE 研での発表をもとに情報教育の傾向をみたが、国内外の研究発表を横断的に調査することが本来であるので、こちらの作業も順次進めていく。また、プログラミング教育が大多数という現状が近年の傾向なのか、あるいはもっと以前から変わらないのか、という点については、CE 研の過去の研究発表、例えばインターネットの一般への普及が進んだ 1990 年代後半や、スマートフォンが現れる前の 2000 年代と比較することで、情報教育の現状や課題がより明確に見えてくる可能性があるため、こちらも進めていきたい。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP19K23352 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

[1] 白井詩沙香, 長瀧寛之, アリザデ メラサ, 竹村治雄: 大阪大学における反転学習的アプローチを用いた一般情報教育科目の開発, 大学 ICT 推進協議会 (AXIES) 2019 年度年次大会論文集, pp.90-94 (2019).

[2] 長瀧寛之, 白井詩沙香, Mehrasa Alizadeh, 竹村 治雄: 情報のデジタル化の理解をめざす反転学習的アプローチの授業の設計, 情報教育シンポジウム論文集, Vol.2019, pp.313-316 (2019).

[3] 長瀧寛之: 情報処理入門科目における反転授業形式の授業実践, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-CE-143, No.22, pp.1-9 (2017).

[4] 情報処理学会: カリキュラム標準 J17 - 一般情報処理教育 (GE), [https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/ed\\_j17-GE.html](https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/j07/ed_j17-GE.html) (2018).

[5] 上出吉則, 辰己丈夫, 村上祐子: プログラミングと算数数学教育 -Scratch で関数の座標概念を深く学ぶ-, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-CE-139, No.16, pp.1-8 (2017).

[6] 間田広樹, 兼宗進: 気付きを導くインタラクティブ教材の活用, 情報処理学会研究報告, Vol.2019-CE-148, No.11, pp.1-7 (2019).

[7] 小関啓子, 中谷多哉子, 村上祐子, 辰己丈夫: 高校生の実態に合わせた情報機器の学校での活用法の検討, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-CE-142, No.29, pp.1-4 (2017).

[8] 林康平, 西ヶ谷浩史, 大村基将, 兼宗進: インターネットに計測値を送信できる計測・制御教材の提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2018-CE-145, No.6, pp.1-6 (2018).

[9] 疋田真一, 兼宗進: 俯瞰カメラと移動ロボットを用いたフィードバック制御系の可視化の試みと評価, 情報処理学会研究報告, Vol.2017-CE-138, No.16, pp.1-8 (2018).

[10] 今出巨彦, 大森康正: 統合的な問題を対象とした課題解決型学習教材の開発, 情報処理学会研究報告, Vol.2019-CE-148, No.2, pp.1-9 (2019).

[11] Scratch, <https://scratch.mit.edu/>.

[12] プログラミング言語「ドリトル」, <https://dolittle.eplang.jp/>.

[13] 初学者向けプログラミング環境 PEN, <https://www.media.osaka-cu.ac.jp/PEN/>.

[14] micro:bit, <https://microbit.org/>.

[15] こどもパソコン IchigoJam, <https://ichigojam.net/>.

[16] 教育版 レゴ マインドストーム EV3, LEGO <https://education.lego.com/ja-jp/product/mindstorms-ev3>.